

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-331884
(P2003-331884A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003.11.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	H O I M	8/04	テラコト ⁷ (参考)
H O I M	8/04				P 5 H 0 2 6
	8/02			8/02	Y 5 H 0 2 7
// H O I M	8/10			8/10	R
(21) 出願番号 特願2002-140970 (P2002-140970)					
(22) 出願日 平成14年5月16日 (2002.5.16)					
(71) 出願人 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地					
(72) 発明者 中西 裕通 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内					
(72) 発明者 松本 慎一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内					
(74) 代理人 100083091 弁理士 田淵 経雄 Fターム(参考) E5H026 AA06 CC03 CC10 E5H027 AA06 MM03 MM08 MM26					

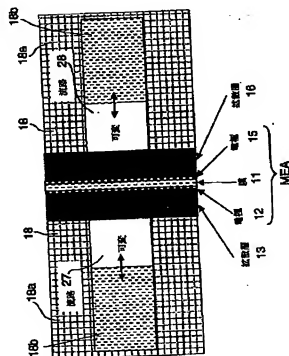
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 OC (オープンサーキット) 時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積を変えられるとともに、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができる燃料電池の提供。

【解決手段】 (1) セル面内のガス流路 2 7、2 8 の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。(2) OC 時はガス流路 2 7、2 8 を全閉とした。(3) ガス流路を、固定部 1 8 a と、固定部とは別部品で固定部に対して可動の可動部 1 8 b から構成し、可動部 1 8 b を動かすことによりガス流路 2 7、2 8 を流路レスと流路有りの状態との間で変化した。(4) ガス流路 2 7、2 8 を、OC 時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする。(5) ガス流路 2 7、2 8 を、要求出力が低い時には流路断面積を全閉にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にする。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開 2003-331884

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セル面内のガス流路の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。

【請求項 2】 OC 時は前記ガス流路を全閉とした請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】 セル面に形成されるガス流路を有する燃料電池であって、前記ガス流路を、固定部と、該固定部とは別部で固定部に対して可動の可動部から構成し、前記可動部を動かすことにより前記ガス流路を流路レスと流路有りの状態との間で変化させた燃料電池。

【請求項 4】 前記ガス流路を、OC 時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする請求項 3 記載の燃料電池。

【請求項 5】 出力時の流路有りにおいて、前記ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にする請求項 4 記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃料電池に関し、とくにガス流路断面積可変の燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 3、図 4 に示すように、固体高分子電解質型燃料電池 10 は、膜-電極アッセンブリ (MEA: Membrane-Electrode Assembly) とセパレータとの積層体からなる。膜-電極アッセンブリは、イオン交換膜からなる電解質膜 11 とこの電解質膜の一面に配置された触媒層 12 からなる電極 (アノード、燃料極) 14 および電解質膜の他面に配置された触媒層 15 からなる電極 (カソード、空気極) 17 とからなる。セパレータ 18 にはアノード 14、カソード 17 に燃料ガス (水素) および酸化ガス (酸素、通常は空気) を供給するためのガス流路 27、28 (燃料ガス流路 27、酸化ガス流路 28) および/または冷媒 (通常、冷却水) を流すための冷媒流路 26 が形成されている。膜-電極アッセンブリとセパレータ 18 との間には、アノード側、カソード側にそれぞれ拡散層 13、16 が設けられる。膜-電極アッセンブリとセパレータ 18 を重ねてセルを構成し、少なくとも 1 つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層してセル積層体とし、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル 20、インシュレータ 21、エンドプレート 22 を配設し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材 (たとえば、テンションプレート 24)、ボルト・ナット 25 によって固定して、スタック 23 を構成する。各セルの、アノード側では、水素を水素イオン (プロトン) と電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子 (陽子) の MEA のアノード

2

で生成した電子がセパレータを通して、またはセル積層方向一端のセルのアノードで生成した電子が外部回路を通して他端のセルのカソードにくる) から水を生成するつぎの反応が行われる。

アノード側: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ カソード側: $2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

水素イオンが電解質膜中を移動して上記発電反応が行われるには電解質膜が適当に湿潤していることが必要であり、燃料ガスや酸化ガスは加湿してセルに供給される。

しかし、従来の燃料電池には、OC (オープンサーキットすなわち電氣的無負荷) における耐久の問題があった。すなわち、OC 時、電流 0 (自動車ではアイドル状態) において、①流路が 0 となり、水の出しがなくなり、含水率が高い状態となり、②含水率に比例して水素のクロスリーク (アノードからカソードに膜を通して

水素が極く微量リークする現象) が増加し、③クロスリークした水素がカソード側で酸化ガス流路を流れる酸素と反応しカソード側の電極が発熱、かつ、カソード側での生成水が無いので、著しい温度増、を誘発する、という現象が連続的に起こり膜に穴が開き、耐久上問題となることがある。その対策としては、④OC 時膜を乾燥させる、⑤アノード内の水素をクロスリークさせないために、電力として消費する、⑥なるべくアノード電極に近いところで、水素をカットする、などが考えられるが、

本発明では OC 時、電極へのガス供給を最小限に抑える方法 (ガス流路を閉塞する方法) を開発することとした。ガス流路断面積可変に因ては、特開 2000-306591 は、均一なガス分配を可能にするために (したがって、本発明の課題とは異なる課題)、燃料電池のセル面内流路断面積を可変とする弁を設けるもの (流路内温度に応じバイメタル弁等にて流路断面積を可変とするもの) を開示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来燃料電池で OC 時耐久を改善するために、セル面内流路断面積を小にする構造 (特開 2000-306591 のバイメタル弁) を採用して、OC 時に電極へのガス供給を抑制しても、つぎの問題が生じる。

① 従来構造ではセル内部の環境 (たとえば、温度) に応じて流路断面積を変えるため、セル内部の環境と独立に、セル外部からの要求 (たとえば、負荷) に応じて流路断面積を変えることができない。また、流路断面積がセル内部の環境 (たとえば、温度) によって決まる値となり、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができない。

② 流路の 1 箇所バイメタル弁を設ける構造では、弁で流路を閉塞しても流路溝全体にわたって弁を拡散層に押し付けることができないので、流路溝全体にわたって拡散層とセパレータ間の接触面積をとることができず、セパレータの電子通路断面積が増大せず、せっかくガス

(3)

3

流路を閉塞してもセパレータとの熱伝導は向上しない。本発明の目的は、〇Ｃ時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積をセル内環境と独立に強制的に変えることのできる燃料電池を提供することにある。本発明のもう一つの目的は、〇Ｃ時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、かつ、〇Ｃ時にガス流路閉塞時にセパレータとの熱伝導性を向上できる燃料電池を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

(1) セル面内のガス流路の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。

(2) 〇Ｃ時は前記ガス流路を全閉とした(1)記載の燃料電池。

(3) セル面に形成されるガス流路を有する燃料電池であって、前記ガス流路を、固定部と、該固定部とは別部品で固定部に対して可動の可動部から構成し、前記可動部を動かすことにより前記ガス流路を流路レスと流路有りの状態との間で変化させた燃料電池。

(4) 前記ガス流路を、〇Ｃ時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする(3)記載の燃料電池。

(5) 出力時の流路有りにおいて、前記ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にする(4)記載の燃料電池。

【0005】上記(1)の燃料電池では、セル面内のガス流路の断面積が可変であるため、〇Ｃ時に流路断面積を閉塞することが可能である。その際、負荷(外部からの要求の一例)に応じてガス流路断面積を変化させるので、セル内環境に応じて変化させるものではないため、セル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。上記(2)の燃料電池では、〇Ｃ時に流路断面積を閉塞することにより、水素のクロスリークを防止でき、〇Ｃ時耐久を改善することができる。上記(3)の燃料電池では、ガス流路を固定部と可動部から構成し、可動部を動かして流路レスとすることができるため、〇Ｃ時に流路レスとして流路を閉塞することができる。また、可動部はセル外部からの要求に応じて動かすことにより、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。また、可動部を流路レスとなるように動かすことができるので、〇Ｃ時に流路レスとして可動部全体を拡散部に押し付けることができ、〇Ｃ時のガス

流路閉塞時のセパレータ熱伝導性を向上させることができる。上記(4)の燃料電池では、〇Ｃ時に流路レスとして水素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、〇Ｃ時耐久を改善することができる。上記(5)の燃料電池では、出力時の流路有りにおいて、ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばして燃料電池出力を上げることができる。その結果、出力時には、要求出力に応じて燃費向上と高出力の両立をはかることができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の燃料電池を図1～図4を参照して説明する。図3、図4の従来の燃料電池の一般構成は、本発明では、セパレータ18が固定部と固定部に対して可動な可動部からなる点を除き、本発明の燃料電池にも適用される。本発明の燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池10である。該燃料電池10は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【0007】固体高分子電解質型燃料電池10は、図1、図3、図4に示すように、膜-電極アセンブリ(MEA: Membrane-Electrode Assembly)とセパレータ18との積層体からなる。膜-電極アセンブリは、イオン交換膜からなる電解質膜11と、この電解質膜の一面に配置された触媒層12からなる電極(アノード、燃料極)14および電解質膜11の他面に配置された触媒層15からなる電極(カソード、空気極)17とからなる。セパレータ18にはアノード、カソードに燃料ガス(水素)および酸化ガス(酸素、通常は空気)を供給するためのガス流路27、28または冷媒を流すための冷媒流路26が形成されている。膜-電極アセンブリとセパレータ18との間には、アノード側、カソード側にそれぞれ拡散層13、16が設けられる。図1は、スタック23のうち、1つのMEAとその両側のセパレータ18の、一部(ガス流路27、28のそれぞれの1流路とその流路底壁、流路側壁部分)を示している。

【0008】本発明の燃料電池では、図1に示すように、セル面内の(セルの発電部領域にある)ガス流路27、28(燃料ガス流路27、酸化ガス流路28)の流路断面積が可変とされており、セル外からの要求、たとえば燃料電池負荷、に応じてガス流路断面積が変化する。流路断面積が可変とされるガス流路は、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の両方であることが望ましいが、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の何れか一方のみでも〇Ｃ耐久向上に対しては効果があるので、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の何れか一方のみでもよい。以下の説明は、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の両方の場合を例にとる。ガス流路断面積が変化する

る場合、図2に示すように、○C時はガス流路27、28が全開とされる。

【0009】本発明の燃料電池は、図1に示すように、セル面に形成されるガス流路27、28（燃料ガス流路27、酸化ガス流路28）を有しており、ガス流路27、28は、それぞれ、固定部18aと、固定部18aとは別部品で固定部18aに対して可動の可動部18bから構成されている。固定部18aと可動部18bは、それぞれ、セパレータ18の一部を構成している。可動部18bを動かすことによりガス流路27、28は流路レスと流路有りの状態と間で変化する。可動部18bはセル外の要求、たとえば燃料電池負荷、に応じて動かされ、可動部18bが動かされることによって、ガス流路断面積が変化する。

【0010】可動部18bは、ガス流路27、28の流路溝深さ方向に動かされる。すなわち、固定部18aがセパレータのリップを構成しており可動部18bがリップ間の谷底を構成して、可動部18bが動かされることにより、固定のリップ間で可動の谷底が流路深さ方向に拡散層13、16に接近・離反する方向（流路溝の深さが深くなったり浅くなったりする方向）に動かされる。可動部18bの動きは、ガス流路27、28の流路長手方向の動きも伴ってもよいが、流路長手方向の動きを伴わずと流路レス状態近傍で拡散層13、16をこするの、流路長手方向の動きは無い方がよい。可動部18bは、従来のバイメタル弁のようにガス流路27、28の1箇所に局部的に設けられるのではなく、ガス流路27、28の長手方向に長く設けられる。したがって、流路レスの状態では、可動部18bは可動部18bの全長にわたって拡散層13、16に押し付けられる。

【0011】上記の構造条件は、たとえば、固定部18aを平板に並行穴を形成したのから構成しておき、可動部18bを平板の一面に該平板から直交する方向に突出する歯状の多数の並行な流路底壁部を形成したのから構成しておき、可動部18bの歯部を固定部18aの並行穴に差し込んで、並行穴の側面と流路側面を歯面の帳面で流路底面を形成して、ガス流路27、28を構成し、可動部18bを固定部18aに対して平板厚み方向に動かして流路深さを変化させるようにした構造によって、達成される。ただし、この構造に流路構造が限定されるものではない。

【0012】図2に示すように、各ガス流路27、28は、○C時には流路レスとされ、出力時には流路断面積可変の流路有りとされるように、可動部18bの動きが制御される。また、出力時の流路有りにおいて、ガス流路27、28は、図2のAのように要求出力が低い時（低負荷時）には流路断面積を全開にし、図2のBのように要求出力が高い時（高負荷時）には流路断面積を中間（全開と流路レスの中間との中間にある程度）にするように、可動部18bの動きが制御される。上記の可動

部18bの動きの制御は、セル外の制御装置からの信号によって、可動部18bの作動装置（たとえば、スタック23の側部に設けておき、これをセルの可動部18bに連結しておく）を作動させることにより行う。可動部18bの動きの制御は、スタック23の全セル、同時に行うことが望ましい。

【0013】つぎに、本発明の燃料電池の作用について説明する。上記燃料電池10では、セル面内のガス流路27、28の流路断面積が可変であるため、○C時にガス流路27、28を閉塞する（ガス流路27、28の流路断面積を0にする）ことが可能である。その際、負荷（外部からの要求の一例）に応じてガス流路断面積を変化させるので、従来のようにセル内環境に応じて変化させるものではないため、セル内環境とは独立に強制的に変えることができ、要求に応じて先手先手で制御でき、制御応答性を高めることができる。

【0014】また、○C時に流路断面積を閉塞するので、○C時に水素の供給を燃料ガス流路27全長にわたってカットでき、水素のクロスリークを防止でき、○C時耐久を改善することができる。また、カソード側の流路断面積を閉塞すると、たとえ極く微小量の水素がカソード側にクロスリークしたとしても、酸素側の水素と酸素との反応およびそれによる発熱と膜11の損傷を抑えることができ、○C時耐久を改善することができる。これに対し、従来のようなバイメタル弁によって水素の供給流量を止めた場合には、燃料ガス流路27に残っている水素のクロスリークは必ず生じるので、効果的に○C時耐久を改善することはできない。

【0015】本発明の燃料電池10では、ガス流路を固定部18aと可動部18bから構成し、可動部18bを動かして流路レスとすることができるため、○C時に流路レスとして流路を閉塞することができる。また、可動部18bをセル外部からのようにセル内環境条件によって一時的になりゆきで作動させるものではないので、流路断面積をセル内環境とは独立に、任意の値に、強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。

【0016】また、ガス流路27、28が流路レスとなるように可動部18bを動かすことができるので、○C時に流路レスとして可動部18b全体を拡散層13、16に押し付けことができ、したがって、セパレータ18が、リップの部分も溝であった部分も含めて、全面で、拡散層13、16に押し付けられ、○C時のガス流路閉塞時のセパレータ18の電子通路が増大し、セパレータ18との熱伝導性および導電性を向上させることができる。従来バイメタル弁方式では、供給ガス流量を少なくすることはできても、流路は依然溝状態であって、その部分ではセパレータは拡散層に接触してできないので、せっかくガスの供給を止めてもその流路をセパレー

7
タの電子通路に有効に利用できない。これに対し、本発明では、流路レスとした時には、出力有りに流路溝であった部分も可動部18bで埋めてセパレータ18の電子通路として有効に利用できる。また、バイメタル方式ではバイメタルの拡散層に対する接触圧が大きくなるので、接触抵抗が大となり、電子通路として有効に利用できない。

【0017】可動部18bをもつ燃料電池10では、可動部18bを動作させて、OC時に流路レスとして水素、酸素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、かつクロスリークしてしまった水素と酸素との反応を防止して発熱を抑え、膜11の損傷を防止でき、OC時耐久を改善することができる。これに対し、従来のようなバイメタル弁によって水素の供給流を止めた場合には、燃料ガス流路27に残っている水素のクロスリークは必ず生じるので、効果的にOC時耐久を改善することはできない。

【0018】また、燃料電池10の出力時（流路有りの状態）において、ガス流路を、図2に示すように、要求出力が低い時には流路断面面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面面積を中間にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費の向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばし、酸化ガス下流域での出力密度を向上させて、燃料電池出力を上げることができる（ただし、中間では圧損が大になって、燃費は全開時に比べて低下する）。その結果、出力時には、要求出力に応じて燃費向上と高出力の両立をはかることができる。これに対し、従来のバイメタル弁方式では、温度に応じて一時的に弁開度が決まってしまう、要求出力に応じて燃費をとったり出力をとったりすることができないので、本発明のような燃費向上と高出力の両立をはかることはできない。

【0019】

【発明の効果】請求項1の燃料電池によれば、セル面内のガス流路の断面面積が可変であるため、OC時に流路断面面積を開塞することが可能である。その際、負荷（要求出力）に応じてガス流路断面面積を変化させるので、セル内環境とは独立に強制的にガス流路断面面積を変えることができ、制御応答性を高めることができる。請求項2の燃料電池によれば、OC時に流路断面面積を開塞することにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時の燃料電池の耐久を改善することができる。請求項3の燃料電池によれば、ガス流路を固定部と可動部から構成し、可動部を動かして流路レスとすることができるため、OC時に流路レスとして流路を開塞することができる。また、可動部をセル外部からの要求に応じて動かすこと

により、流路断面面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。また、可動部を流路レスとなるように動かすことができるので、OC時に流路レスとして可動部全体を拡散層に押し付けることができ、OC時のガス流路閉塞時のセパレータとの熱伝導性を向上させることができる。請求項4の燃料電池によれば、OC時に流路レスとして水素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時耐久を改善することができる。請求項5の燃料電池によれば、出力時の流路有りにて、ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面面積を中間にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばして燃料電池出力を上げることができる。その結果、出力時において、燃費向上と高出力の両立をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の一部の拡大断面図である。

【図2】本発明の燃料電池の電圧／電流密度のグラフである。

【図3】一般の燃料電池（ガス流路部以外は本発明にも適用可能）の全体正面図である。

【図4】図3の燃料電池の一部拡大断面図である。

【符号の説明】

10 （固体高分子型）燃料電池

11 電解質膜

12 触媒層

13 拡散層

14 電極（アノード、燃料極）

15 触媒層

16 拡散層

17 電極（カソード、空気極）

18 セパレータ

18a 固定部

18b 可動部

19 モジュール

20 ターミナル

21 インシュレータ

22 エンドプレート

23 スタック

24 締結部材（テンションプレート）

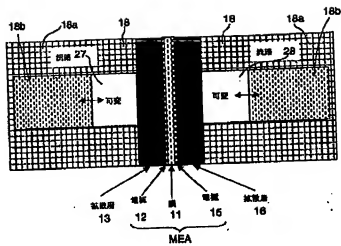
25 ボルト

26 冷媒流路（冷却水流路）

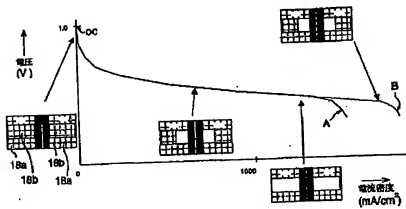
27 燃料ガス流路

28 酸化ガス流路

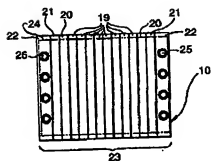
【圖 1】



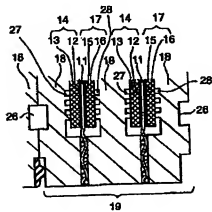
【圖2】



【圖 3】



【圖4】



BEST AVAILABLE COPY